

6. ภาคผนวก

1. การวัดแอกติวิตีของเอนไซม์ไนเตรตรีดักเทส ประยุกต์วิธีของ Nakamura และ Ikawa (1993)

การเตรียมกราฟมาตรฐานไนเตรต

1. เตรียมหลอดทดลองที่มีไนเตรต 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, และ 0.1 μmole ในสารละลายมาตรฐาน 1.0 มิลลิลิตร โดยใช้สารละลาย 0.2 มิลลิโมลาร์ KNO_2
2. เติม 1% (w/v) sulfanilamide ใน 1.5 โมลาร์ HCl 0.5 มิลลิลิตร
3. ทำให้เกิดสีโดยเติม 0.002% (w/v)N-(1-naphthyl) ethylenediamine.2HCl เขย่าให้เข้ากัน วางไว้ 20 นาที
4. อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

การวัดแอกติวิตีของเอนไซม์ไนเตรตรีดักเทส

สารผสมสำหรับการทำปฏิกิริยา ประกอบด้วย

ส่วนประกอบ	ปริมาตรในการวิเคราะห์ (ml)	Blank (ml)
น้ำกลั่น	0.4	0.7
1.0 M Tris-HCl buffer pH 7.5	0.1	0.1
0.1 M KNO_3	0.1	0.1
sample	0.3	-

1. เริ่มปฏิกิริยาโดยเติม 1.0 มิลลิโมลาร์ NADH 0.1 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 10, 20, 30 และ 40 นาที
2. หยุดปฏิกิริยาโดยเติม 1% (w/v) sulfanilamide ใน 1.5 โมลาร์ HCl 0.5 มิลลิลิตร
3. ทำให้เกิดสีโดยเติม 0.002% (w/v)N-(1-naphthyl) ethylenediamine.2HCl เขย่าให้เข้ากัน วางไว้ 20 นาที
4. อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

2. การหาปริมาณโปรตีน

วัดปริมาณโปรตีนโดยประยุกต์วิธีของ Lowry และคณะ (1951) ซึ่งใช้ bovine serum albumin เป็นโปรตีนมาตรฐาน ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาใส่หลอดทดลองให้มีโปรตีนปริมาณ 20, 40, 60, 80, 100 และ 120 ไมโครกรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 0.1 มิลลิลิตรต่อหลอดการสร้างกราฟมาตรฐานโปรตีน

ส่วนประกอบ	ปริมาตรในการวิเคราะห์ (ml)	Blank (ml)
น้ำกลั่น	-	0.1
สารละลายโปรตีนมาตรฐาน	0.1	-
10%Deoxycholate	0.4	0.4
2%Na ₂ CO ₃ ใน 0.1 N NaOH	3.0	3.0
1%CuSO ₄ +2%Na/K tartrate	0.1	0.1

เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที เติมสารละลาย Folin Ciocalteu's phenol reagent ในน้ำกลั่น (1:1) 0.3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันวางทิ้งไว้ 30 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

การหาปริมาณโปรตีนจากสารตัวอย่าง

เจือจางโปรตีนในสารตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 20-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาใส่หลอดทดลองแล้วหาปริมาณโปรตีนเช่นเดียวกับการวัดปริมาณโปรตีนมาตรฐาน

3. การวัดปริมาณไนเตรต โดยประยุกต์วิธีของ Cataldo และคณะ (1975)

การเตรียมกราฟมาตรฐานไนเตรต

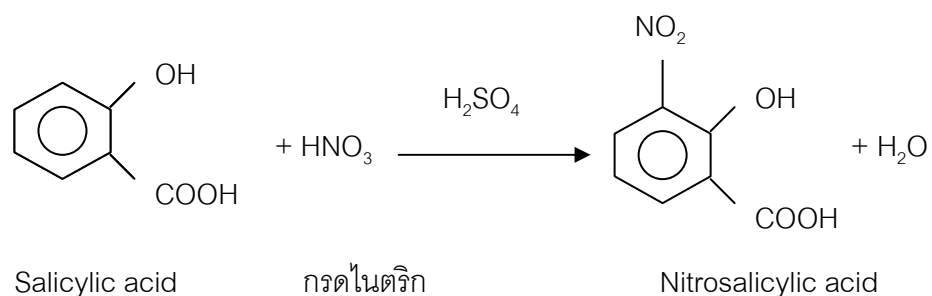
เตรียมหลอดทดลองที่มี KNO_3 เข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 ไมโครโมลต่อ 0.2 มิลลิลิตร จากสารละลาย 5 มิลลิโมลาร์ KNO_3

ส่วนประกอบ	ปริมาณในการวิเคราะห์ (ml)	Blank (ml)
น้ำกลั่น	-	0.2
KNO_3 ความเข้มข้นต่างๆ	0.2	-
5% Salicylic acid ใน conc. H_2SO_4	0.8	0.8

ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที จากนั้นเติม 4 นอร์มอล NaOH 9.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้จนกว่าสารละลายในหลอดจะเย็นลง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

การวัดปริมาณไนเตรตในสารละลายตัวอย่าง

นำสารละลายตัวอย่างที่ต้องการวัดมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นที่กำจัดไอออนแล้วให้ได้ปริมาณ ไนเตรตอยู่ในช่วง 0.1-0.5 ไมโครโมลต่อ 0.2 มิลลิลิตร นำมาใส่หลอดทดลองแล้วหาปริมาณไนเตรต เช่นเดียวกับการทำกราฟมาตรฐานไนเตรต



รูปที่ 37. ปฏิกิริยาการเกิด nitrosalicylic acid จาก salicylic acid กับ nitrate ในสภาวะเป็นกรดอย่างแรง (สมศักดิ์ มณีพงษ์, 2537)

สูตรอาหาร BG-11 สำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่าย

ใช้อาหารสูตร BG-11 (พิมพ์พรรณ ต้นสกุล, 2534) โดยเตรียมเป็น stock ความเข้มข้น 20 เท่าเมื่อจะใช้ จึงนำมาเจือจาง ปรับ pH ให้ได้ 7.4 และฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

ตารางที่ 6.1 สูตรอาหาร BG-11 (พิมพ์พรรณ ต้นสกุล, 2534)

สารเคมี	ความเข้มข้น (g/l)
NaNO ₃	15.0
K ₂ HPO ₄	0.4
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.75
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.36
Citric acid	0.06
Ferric ammonium citrate	0.06
EDTA disodium magnesium salt	0.01
Na ₂ CO ₃	0.02
Trace metal mix A5	1.0 ml

เติมธาตุอาหารเหล่านี้ลงใน Deionized water 1,000 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.4 นำไปฆ่าเชื้อโดยใช้ Autoclave ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ตารางที่ 6.2 ส่วนประกอบของ Trace metal mix A5

สารเคมี	ความเข้มข้น (g/l)
H ₃ BO ₄	28.6
MnCl ₂ ·4H ₂ O	18.1
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	2.22
NaMoO ₄ ·2H ₂ O	3.9
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.079
Co(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	0.494

ตารางที่ 6.3 อัตราการเติบโตของสาหร่าย (วัดโดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร) เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 17 (1.5 กรัมต่อลิตร), 35 (3.0 กรัมต่อลิตร) และ 53 มิลลิโมลาร์ (4.5 กรัมต่อลิตร) ภายใต้ความเข้มแสง $175 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$

[NaNO ₃] วันที่ทดลอง	17 mM	35 mM	53 mM
0	0.019 ± 0.002^a	0.012 ± 0.001^a	0.012 ± 0.002^a
1	0.071 ± 0.002^b	0.053 ± 0.008^b	0.065 ± 0.006^b
2	0.385 ± 0.035^c	0.355 ± 0.035^c	0.365 ± 0.049^c
3	0.845 ± 0.106^d	0.810 ± 0.098^d	0.855 ± 0.148^d
4	1.400 ± 0.141^e	1.550 ± 0.098^e	1.450 ± 0.071^e
5	1.800 ± 0.141^f	1.850 ± 0.021^f	1.900 ± 0.000^f
6	2.100 ± 0.000^g	1.900 ± 0.028^g	1.800 ± 0.141^g
7	2.050 ± 0.121^h	1.250 ± 0.035^{hh}	1.210 ± 0.092^{hh}

^{h, hh} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 7 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.4 อัตราการเติบโตของสาหร่าย (วัดโดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร) เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 0, 5.9 (0.5 กรัมต่อลิตร), 11.7 (1.0 กรัมต่อลิตร) และ 17 มิลลิโมลาร์ (1.5 กรัมต่อลิตร) ภายใต้ความเข้มแสง $175 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$

[NaNO ₃] วันที่ทดลอง	0 mM	5.9 mM	11.7 mM	17 mM
0	0.020 ± 0.005 ^a	0.020 ± 0.000 ^a	0.020 ± 0.000 ^a	0.020 ± 0.000 ^a
1	0.033 ± 0.005 ^b	0.030 ± 0.000 ^b	0.030 ± 0.007 ^b	0.030 ± 0.000 ^b
2	0.033 ± 0.005 ^c	0.160 ± 0.021 ^{cc}	0.180 ± 0.021 ^{cc}	0.160 ± 0.049 ^{cc}
3	0.030 ± 0.008 ^d	0.400 ± 0.084 ^{dd}	0.450 ± 0.070 ^{dd}	0.530 ± 0.000 ^{dd}
4	0.023 ± 0.015 ^e	0.780 ± 0.084 ^{ee}	0.920 ± 0.035 ^{ee}	0.890 ± 0.000 ^{ee}
5	0.013 ± 0.009 ^f	1.250 ± 0.078 ^{ff}	1.320 ± 0.064 ^{ff}	1.310 ± 0.000 ^{ff}
6	0.015 ± 0.010 ^g	1.670 ± 0.007 ^{gg}	1.850 ± 0.086 ^{gg}	1.650 ± 0.000 ^{gg}
7	0.015 ± 0.013 ^h	2.130 ± 0.014 ^{hh}	1.990 ± 0.049 ^{hh}	2.050 ± 0.007 ^{hh}
8	0.015 ± 0.006 ⁱ	2.210 ± 0.057 ⁱⁱ	1.830 ± 0.146 ⁱⁱ	1.990 ± 0.014 ⁱⁱ

^{c, cc} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{d, dd} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{e, ee} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{f, ff} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{g, gg} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 6 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{h, hh} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 7 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{i, ii} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 8 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.5 อัตราการเติบโตของสาหร่าย (วัดโดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร) เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 0.25, 0.5 และ 1.0 มิลลิโมลาร์ ภายใต้ความเข้มแสง $175 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$

[NaNO ₃] วันที่ทดลอง	500 μM	1000 μM	2000 μM
0	0.055 ± 0.006^a	0.065 ± 0.008^a	0.055 ± 0.007^a
1	0.085 ± 0.005^b	0.100 ± 0.006^{bb}	0.100 ± 0.005^{bb}
2	0.140 ± 0.006^c	0.250 ± 0.009^{cc}	0.280 ± 0.009^{ccc}
3	0.468 ± 0.006^d	0.665 ± 0.019^{dd}	0.768 ± 0.024^{ddd}
4	0.768 ± 0.014^e	1.048 ± 0.054^{ee}	1.218 ± 0.060^{eee}
5	0.572 ± 0.049^f	1.253 ± 0.091^{ff}	1.588 ± 0.104^{fff}
6	0.503 ± 0.084^g	1.245 ± 0.112^{gg}	1.973 ± 0.129^{ggg}
7			1.845 ± 0.152^h

^{b, bb} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 1 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{c, cc, ccc} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{d, dd, ddd} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{e, ee, eee} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{f, ff, fff} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{g, gg, ggg} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 6 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่ต่างกันอย่างหนึ่งแสดงถึงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.6 อัตราการเติบโตของสาหร่าย (วัดโดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร) เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 1.0 มิลลิโมลาร์ ภายใต้ความเข้มแสง $175 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 25, 35, 40 และ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C) วันที่ทดลอง	25	35	40	45
0	0.062 ± 0.004^a	0.063 ± 0.00^a	0.067 ± 0.00^a	0.062 ± 0.004^a
1	0.215 ± 0.008^b	0.210 ± 0.018^b	0.130 ± 0.006^b	0.055 ± 0.005^b
2	0.957 ± 0.028^c	0.408 ± 0.015^{cc}	0.163 ± 0.008^{ccc}	0.065 ± 0.005^{cccc}
3	1.635 ± 0.130^d	0.682 ± 0.026^{dd}	0.245 ± 0.016^{ddd}	0.055 ± 0.021^{dddd}
4	1.755 ± 0.178^e	0.950 ± 0.030^{ee}	0.380 ± 0.015^{eee}	0.053 ± 0.018^{eeee}
5	1.930 ± 0.165^f	1.197 ± 0.058^{ff}	0.483 ± 0.048^{fff}	0.125 ± 0.185^{ffff}

c, cc, ccc, cccc แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

d, dd, ddd, dddd แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

e, ee, eee, eeee แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

f, ff, fff, ffff แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.7 การดูดซับไนเตรตของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 1.0 มิลลิโมลาร์ ภายใต้ความเข้มแสง $175 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 25, 35, 40 และ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C) วันที่ทดลอง	25	35	40	45
0	1.05 ± 0.07^a	1.00 ± 0.00^a	1.05 ± 0.007^a	1.03 ± 0.00^a
1	0.80 ± 0.14^b	0.75 ± 0.07^b	0.90 ± 0.14^b	1.03 ± 0.012^b
2	0.45 ± 0.07^c	0.45 ± 0.07^c	0.85 ± 0.07^{cc}	1.01 ± 0.012^{cc}
3	0.10 ± 0.00^d	0.15 ± 0.07^d	0.75 ± 0.07^{dd}	1.00 ± 0.011^{dd}
4	0.065 ± 0.02^e	0.10 ± 0.00^e	0.60 ± 0.14^{ee}	1.00 ± 0.010^{eee}

c, cc, ccc แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

d, dd, ddd แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

e, ee, eee, eeee แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.8 การปล่อยไนโตรเจนในอาหารของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 1.0 มิลลิโมลาร์ ภายใต้ความเข้มแสง 175 $\mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 25, 35, 40 และ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C) วันที่ทดลอง	25	35	40	45
0	0.70 \pm 0.495 ^a	0.94 \pm 0.089 ^a	1.02 \pm 0.082 ^a	0.72 \pm 0.035 ^a
1	2.44 \pm 0.105 ^{b,bb}	3.76 \pm 0.179 ^{bb}	2.70 \pm 0.274 ^{b,bb}	1.50 \pm 0.140 ^b
2	8.14 \pm 0.001 ^{c,cc}	10.68 \pm 0.242 ^{cc}	3.50 \pm 0.115 ^c	2.14 \pm 0.625 ^c
3	3.96 \pm 0.076 ^d	17.36 \pm 0.135 ^{dd}	8.14 \pm 0.055 ^{ddd}	2.54 \pm 0.521 ^d
4	3.36 \pm 0.305 ^e	1.96 \pm 0.126 ^e	15.08 \pm 0.974 ^{ee}	1.94 \pm 0.367 ^e

b, bb แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 1 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

c, cc แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

d, dd, ddd แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

e, ee, eee แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.9 สำหรับายเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 1.0 มิลลิโมลาร์ ภายใต้ความเข้มแสง 120, 137, 152 และ 452 $\mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$

ความเข้มแสง ($\mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$) วันที่ทดลอง	120	137	152	452
0	0.022 ± 0.003^a	0.025 ± 0.005^a	0.023 ± 0.004^a	0.021 ± 0.008^a
2	0.586 ± 0.179^b	0.263 ± 0.013^b	0.168 ± 0.011^{bb}	0.159 ± 0.025^{bb}
3	1.333 ± 0.040^c	0.845 ± 0.023^c	0.333 ± 0.063^{cc}	0.320 ± 0.054^{ccc}
6	1.571 ± 0.133^d	1.621 ± 0.017^d	1.001 ± 0.129^{dd}	0.900 ± 0.023^{ddd}

^b, ^{bb} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^c, ^{cc}, ^{ccc} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^d, ^{dd}, ^{ddd} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 6 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.10 อัตราการเติบโตของสาหร่าย (วัดโดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร) เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 1.0 มิลลิโมลาร์ ภายใต้ความเข้มแสง $137 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่เขย่าและไม่เขย่า

วันที่ทดลอง	No shake	Shake
0	0.070 ± 0.006^a	0.068 ± 0.004^a
1	0.148 ± 0.008^b	0.238 ± 0.008^{bb}
2	0.272 ± 0.032^c	0.545 ± 0.015^{cc}
3	0.445 ± 0.018^d	0.915 ± 0.029^{dd}
4	0.713 ± 0.055^e	1.36 ± 0.022^{ee}

b, bb แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 1 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

c, cc แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

d, dd แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

e, ee แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.11 การดูดซับไนเตรตของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 1.0 มิลลิโมลาร์ ภายใต้ความเข้มแสง $137 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่เขย่าและไม่เขย่า

วันที่ทดลอง	No shake	Shake
0	1.00 ± 0.014^a	1.00 ± 0.020^a
1	0.745 ± 0.005^b	0.896 ± 0.011^b
2	0.465 ± 0.002^c	0.856 ± 0.007^{cc}
3	0.160 ± 0.007^d	0.635 ± 0.004^{dd}
4	0.109 ± 0.004^e	0.362 ± 0.007^{ee}
5		0.256 ± 0.006^f
6		0.078 ± 0.005^g

^{c, cc} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{d, dd} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{e, ee} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.12 การปล่อยไนโตรเจนในอาหารของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลง BG-11 ที่มีความเข้มข้นไนเตรต 1.0 มิลลิโมลาร์ ภายใต้ความเข้มแสง 137 $\mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่เขย่าและไม่เขย่า

วันที่ทดลอง	No shake	Shake
0	0.433 ± 0.0002^a	0.367 ± 0.0001^a
1	0.416 ± 0.0003^b	2.200 ± 0.0011^{bb}
2	7.070 ± 0.0010^c	2.330 ± 0.0002^{cc}
3	6.760 ± 0.0006^d	4.067 ± 0.0012^{dd}
4	1.600 ± 0.0000^e	6.733 ± 0.0007^{ee}
5		6.067 ± 0.0008^f
6		0.400 ± 0.0002^g

- ^b, ^{bb} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 1 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ^c, ^{cc} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ^d, ^{dd} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ^e, ^{ee} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.13 ค่าแอกติวิตีของเอนไซม์ NR เมื่อเก็บเอนไซม์ในบัฟเฟอร์ที่มี glycerol เข้มข้น 0, 20, และ 40 เปอร์เซ็นต์

Glycerol (%) วันที่ทดลอง	0	20	40
1	0.51 ^a	0	0
2	3.16 ^b	0.032 ± 0.00 ^b	0.025 ± 0.021 ^b
3	4.45 ^c	0.167 ± 0.024 ^c	0.15 ± 0.00 ^c
4	4.84 ^d	0.23 ± 0.00 ^{dd}	0.15 ± 0.010 ^{ddd}
5	0.67 ^e	0.85 ± 0.00 ^{ee}	0.45 ± 0.00 ^{eee}
7	1.07 ^f	0.98 ± 0.317 ^{ff}	0.16 ± 0.00 ^{fff}
9	1.16 ^g	1.21 ± 0.023 ^{gg}	0.28 ± 0.071 ^{ggg}
16	0.2 ^h	0.60 ± 0.177 ^{hh}	0.21 ± 0.00 ^{hhh}
22	0.16 ⁱ	0.40 ± 0.139 ⁱⁱ	0.21 ± 0.035 ⁱⁱⁱ

d, dd, ddd แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 4 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

e, ee, eee แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 5 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

f, ff, fff แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 7 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

g, gg, ggg แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 9 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

h, hh, hhh แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 16 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

i, ii, iii แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 22 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.14 ค่าแอกติวิตีของเอนไซม์ NR เมื่อเก็บเอนไซม์ในบัฟเฟอร์ที่มี glycerol เข้มข้น 0, 3, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์

Glycerol (%) วันที่ทดลอง	0	3	10	15
1	1.62 ^a	2.3 ± 0.212 ^a	1.96 ± 0.410 ^a	1.53 ± 0.078 ^a
3	3.02 ^b	8.2 ± 0.141 ^{bb}	7.88 ± 0.148 ^{bb}	7.47 ± 0.509 ^{bb}
6	0.96 ^c	7.59 ± 0.247 ^{cc}	7.10 ± 0.035 ^{cc}	8.95 ± 0.728 ^{cc}
9	0.74 ^d	9.32 ± 0.495 ^{dd}	10.05 ± 0.042 ^{dd}	5.98 ± 0.48 ^{ddd}
14	0.44 ^e	5.89 ± 0.428 ^{ee}	7.20 ± 0.532 ^{eee}	6.78 ± 0.311 ^{eeee}
20	0.172 ^f	6.25 ± 0.233 ^{ff}	6.09 ± 0.848 ^{fff}	8.14 ± 0.092 ^{ffff}

b, bb แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้น 95%

c, cc, แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 6 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้น 95%

d, dd, ddd แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 9 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้น 95%

e, ee, eee, eeee แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 14 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้น 95%

f, ff, fff, ffff แสดงความแตกต่างของข้อมูลในวันที่ 20 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลใน ในแถวเดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเข้มข้น 95%

ตารางที่ 6.15 ค่าแอกติวิตีของเอนไซม์ NR เมื่อใช้ NADH, NADPH และ Methyl viologen เป็นตัวให้อิเล็กตรอน

สารเคมี	กิจกรรมเอนไซม์ (nmole/min)
Control	0.425 ± 0.007^a
NADH	0.425 ± 0.007^a
NADPH	0.410 ± 0.014^a
Methyl viologen	0.510 ± 0.057^{aa}

^{a, aa} แสดงความแตกต่างของข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน
ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.16 ค่าแอกติวิตีของเอนไซม์ NR เมื่อใช้ Succinate salt, Bromophenol blue, Methyl viologen เป็นตัวให้อิเล็กตรอน

สารเคมี	กิจกรรมเอนไซม์ (nmole/min)
Control	1.685 ± 0.049^a
Succinate salt	$1.52 \pm 0.042^{a, a, aaa}$
Bromophenol blue	1.475 ± 0.078^{aa}
Methyl viologen	$1.625 \pm 0.007^{a, aaa}$

^{a, aa, aaa} แสดงความแตกต่างของข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน
ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.17 ค่าแอกติวิตีของเอนไซม์ NR เมื่อใช้ Sodium azide, Sodium Thiocyanate, Arsenic trioxide และ Potassium Ferricyanide เป็นตัวยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์

สารเคมี	กิจกรรมเอนไซม์ (nmole/min)
Control	1.21 ± 0.014 ^a
Sodium azide	0.143 ± 0.014 ^{aa}
Sodium thiocyanate	1.078 ± 0.031 ^a
Arsenic trioxide	1.03 ± 0.226 ^a
Potassium ferricyanide	1.055 ± 0.148 ^a

^a, ^{aa} แสดงความแตกต่างของข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน
ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6.18 ค่าแอกติวิตีของเอนไซม์ NR เมื่อป้อนสารสกัดหยาบเอนไซม์อุณหภูมิ 0, 4, 30, 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	30	60	90
อุณหภูมิ (°C)			
0	0.798 ± 0.067 ^a	0.599 ± 0.001 ^b	
4	0.866 ± 0.161 ^a	0.598 ± 0.019 ^b	
40	1.569 ± 0.163 ^{aa}	1.764 ± 0.309 ^{bb}	1.670 ± 0.169 ^c
50	1.444 ± 0.013 ^{aaa}	0.872 ± 0.021 ^{bbb}	0.839 ± 0.0198 ^c
60	0.280 ± 0.003 ^{aaa}	0.178 ± 0.004 ^{bbbb}	
70	0.110 ± 0.053 ^{aaa}	0.109 ± 0.001 ^{bbbbbb}	

^a, ^{aa}, ^{aaa} แสดงความแตกต่างของข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์ในเวลาที่ 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^b, ^{bb}, ^{bbb}, ^{bbbb}, ^{bbbbbb} แสดงความแตกต่างของข้อมูลในเวลาที่ 60 ของการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างของข้อมูลที่มีความเชื่อมั่น 95%